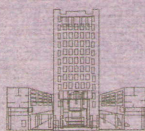
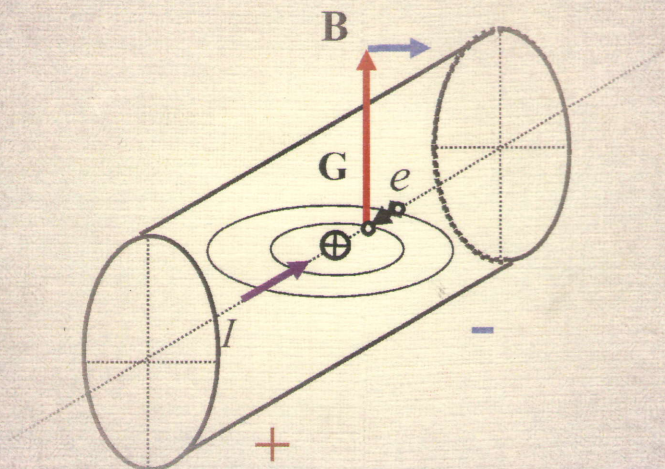


Нұрзада БЕЙСЕН

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Оқу құралы



«ҚАЗАҚ УНИВЕРСИТЕТІ»  
БАСПАСЫ

Алматы 2011

Нұрзада Бейсен

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Оқу құралы

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2011

УДК 537.8  
ББК 22.31  
Б 28

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті физика факультетінің Ғылыми кеңесі;  
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің жанындағы ҚР БҒЖМ-нің жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім берудің Республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің гуманитарлық және жаратылыстану ғылымдары мамандықтары Секция мәжілісі шешімімен және Редакциялық-баспа кеңесі ұсынған  
(№ 1 хаттама 28 қаңтар 2011 жыл)*

*Пікір жазғандар:*

*ҚР ҰҒА академигі М.М. Әбділдин  
ҚР ҰҒА академигі Н.Ж. Такибаев  
ф.-м.ғ.д., профессор А.А. Беков*

**Бейсен Нұрзада**

Б 28 Электродинамика: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 106 б.

**ISBN 9965-29-680-4**

Оқу құралында қысқа әрі түсінікті түрде Қазақ ұлттық университеті физика факультетінде теориялық физика курсының «Электродинамика» пәні бойынша оқылған дәрістер мазмұны берілген. Жоғары оқу орындарының «Физика», «Астрономия» және «Ядролық физика» мамандықтары студенттеріне арналады. Өткен тақырыптарды қайталау, емтиханға дайындалу үшін көмекші құрал ретінде ұсынылады.

УДК 537.8  
ББК 22.31

ISBN 9965-29-680-4

© Бейсен Нұрзада, 2011.  
© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2011.

## МАЗМҰНЫ

|  |    |
|--|----|
| <b>КІРІСПЕ</b> .....   | 5  |
| <b>АРНАЙЫ САЛЫСТЫРМАЛЫҚ ТЕОРИЯСЫ</b> .....   | 9  |
| Салыстырмалық теориясы принциптері.....  | 9  |
| Лоренц түрлендірулері.....   | 13 |
| Лоренц түрлендірулерін төртөлшемді түрде жазу.<br>Минковский кеңістігі .....           | 16 |
| Псевдоэвклид кеңістігі.....  | 21 |
| Меншікті уақыт.....  | 28 |
| Меншікті ұзындық пен Лоренцтік қысқару .....   | 28 |
| Жылдамдықтарды қосу .....  | 30 |
| Төртөлшемді векторлар.....   | 32 |
| Метрикалық тензор, псевдотензорлар .....   | 36 |
| Төртөлшемді жылдамдық .....  | 37 |
| <b>РЕЛЯТИВТІК МЕХАНИКА</b> .....   | 39 |
| Ең аз әсер принципі. Энергия және импульс .....  | 39 |
| Масса мен энергияның эквиваленттігі. Гамильтон функциясы .....                         | 41 |
| Төртөлшемді импульс .....  | 45 |
| Импульс моменті .....  | 47 |
| <b>ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІСТЕГІ ЗАРЯД</b> .....   | 50 |
| Салыстырмалық теориясындағы элементар бөлшектер .....                                  | 50 |
| Электромагниттік өрістің төртөлшемді потенциалы .....                                  | 51 |
| Зарядталған бөлшектің электромагниттік өрістегі қозғалысы .....                        | 55 |
| Калибрлеулік инварианттық.....   | 57 |
| Тұрақты электромагниттік өріс .....  | 58 |
| Тұрақты біртекті электр өрісіндегі қозғалыс .....                                      | 59 |
| Тұрақты біртекті магнит өрісіндегі қозғалыс.....                                       | 61 |
| Зарядталған бөлшектің тұрақты біртекті электр және<br>магнит өрісіндегі қозғалысы..... | 63 |
| Электромагниттік өріс тензоры.....   | 65 |
| Өрісті түрлендіру.....   | 67 |
| Өріс инварианттары.....  | 72 |

**ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІС ТЕНДЕУЛЕРІ.....74**

Максвелл тендеулерінің бірінші жұбы .....74  
Электромагниттік өрістің Лагранж функциясы .....75  
Төртөлшемді ток векторы .....77  
Үздіксіздік тендеуі .....79  
Максвелл тендеулерінің екінші жұбы .....81  
Энергияның тығыздығы және ағыны.....84  
Энергия-импульс тензоры.....87  
Электромагниттік өрістің энергия-импульс тензоры .....90

**ТҰРАҚТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ӨРІС.....92**

Кулон заңы .....92  
Дипольдік момент.....94  
Тұрақты магнит өрісі.....95  
Магнит моменті .....97  
Лармор теоремасы .....97

**ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАР .....99**

Толқындық тендеу .....99  
Жазық толқындар .....101

**ҰСЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР .....105**

## ҰСЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

### Негізгі

1. Тамм И. Е. Основы теории электричества. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 1989. — 616 с.
2. Джексон Д. Классикалық электродинамика. - М.: Мир, 1975 ж.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Өріс теориясы. - М.: Наука, 1965. 460 б.
4. Матвеев А.Н. Электродинамика. - М.: Высш. школа, 1980. 383 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Бірыңғай орта электродинамикасы. - М.: Наука, 1982. — 620 б.
6. Пановский В., Филлипс М. Классикалық электродинамика. - М., Физматгиз, 1963.

### Қосымша

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фенмановские лекции по физике. Т.6, Т.7. - М.: Мир, 1977.
2. Батыгин В.П., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике. - М.: Наука, 1962.
3. Пановский В., Филипс М. Классическая электродинамика. - М.: Физматгиз, 1963.
4. Паули В. Теория относительности. - М.: Наука, 1991.
5. Денисов В.И. Введение в электродинамику сплошных сред. - М.: Наука, 1989.
6. Де Гроот С.Р., Сатторп Л.Г. Электродинамика. - М.: Наука, 1982.
7. Терлецкий Я.П. Салыстырмалық теориясының парадоксы. - М.: Наука, 1966. — 120 с.
8. Френкель Я.И. Электродинамика. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1968. — 370 с.
9. Müller-Kirsten H. J. W. Electrodynamics: An Introduction Including Quantum Effects. — Singapore: World Scientific, 2004. — 522 p.

Оқу басылымы

*Бейсен Нұрзада*

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

Оқу құралы

Редакторы *Агила Шора*

Мұқабасын көркемдеген *Гүлжан Құрманова*

**ИБ № 5084**

Басуға 31.01.2011 жылы қол қойылды. Пішімі 60x84 1/16. Көлемі 7 б.т.  
Офсетті қағаз. Сандық басылыс. Тапсырыс № 249. Таралымы 500 дана. Бағасы келісімді.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Қазақ университеті» баспасы.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспаханасында басылды